

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Wataru ASANO, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: DIGITAL WATERMARK DETECTION METHOD AND APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**:
Application No. _____ Date Filed _____

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

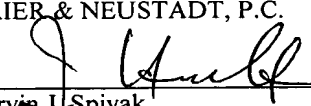
| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NUMBER</u> | <u>MONTH/DAY/YEAR</u> |
|----------------|---------------------------|-----------------------|
| Japan | 2002-218404 | July 26, 2002 |

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

James D. Hamilton
Registration No. 28,421



22850

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-218404

[ST.10/C]:

[JP2002-218404]

出 願 人

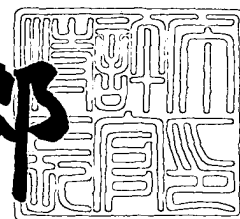
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 2月14日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3007452

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000203619

【提出日】 平成14年 7月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04N 7/00

【発明の名称】 電子透かし検出方法及び装置

【請求項の数】 15

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

【氏名】 浅野 渉

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

【氏名】 古藤 晋一郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

【氏名】 山影 朋夫

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 電子透かし検出方法及び装置
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出方法において、

前記入力画像信号から特定周波数成分信号を抽出し、
前記特定周波数成分信号に対して位相変換を行い、
位相変換後の特定周波数成分信号と前記入力画像信号との相関演算を行い、
該相関演算の結果から前記透かし情報を検出する電子透かし検出方法。

【請求項 2】

入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出方法において、

前記入力画像信号の自己相関関数を求め、
前記自己相関関数から自己相関信号を求めて該前記自己相関信号から特定周波数成分信号を抽出し、
前記特定周波数成分信号から前記透かし情報を検出する電子透かし検出方法。

【請求項 3】

入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出方法において、

前記入力画像信号の自己相関関数を求め、
前記自己相関関数から自己相関信号を求めて該自己相関信号を第 1 の期間にわたり累積して第 1 の累積信号を生成し、
前記第 1 の累積信号から特定周波数成分信号を抽出し、
前記特定周波数成分信号を振幅で正規化して正規化特定周波数成分信号を生成し、
前記正規化特定周波数成分信号を前記第 1 の期間より長い第 2 の期間にわたり累積して第 2 の累積信号を生成し、
前記第 2 の累積信号から前記透かし情報を検出する電子透かし検出方法。

【請求項 4】

入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、

前記入力画像信号から特定周波数成分信号を抽出する手段と、

前記特定周波数成分信号に対して位相変換を行う手段と、

位相変換後の特定周波数成分信号と前記入力画像信号との相関演算を行う手段と、

前記相関演算の結果から前記透かし情報を検出する手段と
を具備する電子透かし検出装置。

【請求項 5】

入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、

前記入力画像信号の自己相関関数を求める手段と、

前記自己相関関数から自己相関信号を求めて該前記自己相関信号から特定周波数成分信号を抽出する手段と、

前記特定周波数成分信号から前記透かし情報を検出する手段と
を具備する電子透かし検出装置。

【請求項 6】

入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、

前記入力画像信号の自己相関関数を求める手段と、

前記自己相関関数から自己相関信号を求めて該自己相関信号を第 1 の期間にわたり累積して第 1 の累積信号を生成する手段と、

前記第 1 の累積信号から特定周波数成分信号を抽出する手段と、

前記特定周波数成分信号を振幅で正規化して正規化特定周波数成分信号を生成する手段と、

前記正規化特定周波数成分信号を前記第 1 の期間より長い第 2 の期間にわたり累積して第 2 の累積信号を生成する手段と、

前記第 2 の累積信号から前記透かし情報を検出する手段と

を具備する電子透かし検出装置。

【請求項 7】

電子透かし検出処理の少なくとも一部をプロセッサによって行うように構成された請求項 5 または 6 記載の前記電子透かし検出装置であって、

前記プロセッサの処理能力に応じて前記自己相関関数を求める手段の単位時間当たりの演算量及び前記第 2 の累積期間の少なくとも一方を変更する手段をさらに具備する請求項 5 または 6 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 8】

前記自己相関関数を求める手段は、前記入力画像信号と該入力画像信号に対する位相変換後の画像信号との相関演算を行って該自己相関関数を求める請求項 5 または 6 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 9】 追加しました

前記自己相関を求める手段の前段に配置され、前記入力画像信号に対して画像回転を施す手段をさらに具備する請求項 5 または 6 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 1 0】

前記入力画像信号に対して画像回転を施す手段は、前記入力画像信号の読み込むラインを徐々にシフトさせ、画像の斜め方向に前記入力画像信号を読み出すことで前記画像回転を行う請求項 9 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 1 1】

前記入力画像信号に対して画像回転を施す手段は、前記入力画像信号の読み込むラインのシフト量の変更を所定の画素数の整数倍の位置で行う請求項 9 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 1 2】

前記透かし情報を検出する手段は、前記第 2 の累積信号を前記第 2 の期間に応じて変更される閾値によりレベル判定して前記透かし情報を検出する請求項 6 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 1 3】

前記透かし情報を検出する手段は、少なくとも二つの検出方法により前記透かし情報の検出を行い、該少なくとも二つの検出方法による検出結果の一致・不

致を調べ、一致していれば透かし情報有り、不一致であれば透かし情報無しと判定する請求項 5 または 6 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 1 4】

前記正規化特定周波数成分信号を前記第 1 の期間より長くかつ前記第 2 の期間より短い第 3 の期間にわたり累積して第 3 の累積信号を生成する手段をさらに具備し、

前記透かし情報を検出する手段は、前記第 3 の累積信号から前記透かし情報の仮検出を行って該仮検出の結果を一定回数蓄積し、該蓄積した仮検出の結果の過半数が一致しているか否かにより、前記第 2 の累積信号からの前記透かし情報の検出結果の有効・無効を決定する請求項 6 記載の電子透かし検出装置。

【請求項 1 5】

前記自己相関関数を求める手段は、前記入力画像信号の画素を間引いて自己相関演算を行うことにより前記自己相関関数を求める請求項 5 または 6 記載の電子透かし検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば記録媒体を介して提供されるデジタル動画像信号の不正な複製を防止するのに有効な電子透かし検出方法及び装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

デジタル V T R、あるいは D V D（デジタルバーサタイルディスク）のようなデジタル画像データを記録及び再生する装置の普及により、これらの装置で再生が可能な数多くのデジタル動画像が提供されるようになってきている。またインターネット、放送衛星、通信衛星等を介したデジタルテレビ放送を通じて様々なデジタル動画像が流通し、ユーザは高品質のデジタル動画像を利用することが可能となりつつある。

【0 0 0 3】

デジタル動画像は、デジタル信号レベルで簡易に高品質の複製を作成する

ことが可能であり、何らかの複製禁止あるいは複製制御を施さない場合には、無制限に複製されるおそれがある。従って、デジタル動画像の不正な複製（コピー）を防止し、あるいは正規ユーザによる複製の世代数を制御するために、デジタル動画像に複製制御のための情報を付加し、この付加情報を用いて不正な複製を防止し、複製を制限する方法が考えられている。

【 0 0 0 4 】

このようにデジタル動画像に別の付加情報を重畳する技術として、電子透かし(digital watermarking)が知られている。電子透かしは、デジタルデータ化された音声、音楽、動画、静止画等のコンテンツに対して、コンテンツの著作権者や利用者の識別情報、著作権者の権利情報、コンテンツの利用条件、その利用時に必要な秘密情報、あるいは上述した複製制御情報などの情報(これらを透かし情報と呼ぶ)を知覚が容易ではない状態となるように埋め込み、後に必要に応じて透かし情報をコンテンツから検出することによって利用制御、複製制御を含む著作権保護を行ったり、二次利用の促進を行うための技術である。

【 0 0 0 5 】

電子透かしの一つの方式として、スペクトラム拡散技術を応用した方式が知られている。この方式では、以下の手順により透かし情報をデジタル動画像に埋め込む。

〔ステップ E 1〕 画像信号に P N (Pseudorandom Noise) 系列を乗積してスペクトラム拡散を行う。

〔ステップ E 2〕 スペクトル拡散後の画像信号を周波数変換（例えば D C T 変換）する。

〔ステップ E 3〕 特定の周波数成分の値を変更することで透かし情報を埋め込む。

〔ステップ E 4〕 逆周波数変換（例えば I D C T 変換）を施す。

〔ステップ E 5〕 スペクトル逆拡散を施す（ステップ E 1 と同じ P N 系列を乗積する）。

【 0 0 0 6 】

一方、こうして透かし情報が埋め込まれたデジタル動画像からの透かし情報

の検出は、以下の手順により行う。

〔ステップD 1〕 画像信号にPN (Pseudorandom Noise) 系列（ステップE 1と同じPN 系列）を乗積してスペクトル拡散を行う。

〔ステップD 2〕 スペクトル拡散後の画像信号を周波数変換（例えばDC T 変換）する。

〔ステップD 3〕 特定の周波数成分の値に着目し、埋め込まれた透かし情報を抽出する。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

不正利用の防止を目的として電子透かしを適用する場合、デジタル著作物に対して通常に施されると想定される各種の操作や意図的な攻撃によって、透かし情報が消失したり改竄されたりしないような性質（ロバスト性）を持つ必要がある。透かし情報を埋め込んだデジタル画像に対して透かし情報を検出できなくする攻撃としては、画像の切り出し、スケーリング（拡大／縮小）及び回転等が考えられる。

【0 0 0 8】

このような攻撃を受けた画像が入力された場合、従来の技術では、まず、透かし情報の検出時に埋め込み時のステップE 1 で用いたPN 系列を推定する処理を行って、PN 系列の同期を回復した後、ステップD 1 ～D 3 の処理を行って、埋め込まれた透かし情報を抽出する。しかしながら、画像信号だけからPN 系列の同期を回復するには、複数の候補で処理を試みて、うまく検出できたものを採用するという探索を行う必要がある。このために、演算量や回路規模が増加するという問題がある。また、攻撃を受けた画像では透かし情報が弱まっており、スケーリングや回転が分かり、それに対応した検出を行っても透かし情報が検出できなくなるとい問題がある。

【0 0 0 9】

本発明は、スケーリングや回転等の攻撃によって弱まった透かし情報を演算量や回路規模の増大を伴うことなく、より正確に検出できる電子透かし検出方法及び装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明の一つの態様によると、入力画像信号に埋め込まれている透かし情報を検出するために、入力画像信号から特定周波数成分信号を抽出し、該特定周波数成分信号に対して位相変換を行い、位相変換後の特定周波数成分信号と前記入力画像信号との相関演算を行い、該相関演算の結果から透かし情報を検出する。

【 0 0 1 1 】

このようにすると、入力画像信号に対する位相変換量を変化させながら相関演算を行うことによって、スケーリング攻撃を受けた入力画像信号からの透かし情報の検出が可能となる。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の態様では、入力画像信号の自己相関関数を求め、該自己相関関数から自己相関信号を求めて該自己相関信号から特定周波数成分信号を抽出し、該特定周波数成分信号から透かし情報を検出する。自己相関関数は、入力画像信号と入力画像信号に対する位相変換後の画像信号との相関演算を行うことで求められる。自己相関係数を求める前に、入力画像信号に対して画像回転を施してもよい。これらの場合、自己相関係数を求める際の位相変換量や、入力画像信号に対する画像回転量を変化させながら自己相関演算を行うことによって、スケーリング攻撃や回転攻撃を受けた入力画像信号からの透かし情報の検出を行うことができる。

【 0 0 1 3 】

本発明のさらに別の態様では、入力画像信号の自己相関関数を求め、該自己相関関数から自己相関信号を求めて該自己相関信号を第 1 の期間にわたり累積して第 1 の累積信号を生成し、該第 1 の累積信号から特定周波数成分信号を抽出し、該特定周波数成分信号を振幅で正規化して正規化特定周波数成分信号を生成し、該正規化特定周波数成分信号を第 1 の期間より長い第 2 の期間にわたり累積して第 2 の累積信号を生成し、該第 2 の累積信号から透かし情報を検出する。

【 0 0 1 4 】

上記と同様に、入力画像信号に対する位相変換量や画像回転量を変化させながら自己相関演算を行うことによって、スケーリング攻撃や回転攻撃を受けた入力画像信号からの透かし情報の検出を行うことが可能である。さらに、自己相関信号を累積して特定周波数成分信号を抽出することにより、特定周波数成分信号抽出のためのフィルタ演算回数を削減して、透かし情報の検出性能を落とさずに検出コストを低減できる。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

（第 1 の実施形態）

図 1 に、本発明の第 1 の実施形態に係る電子透かし検出装置の構成を示す。図 1 の電子透かし検出装置には、これと対となる図示しない電子透かし埋め込み装置によって生成された埋め込み済み画像信号が記録媒体あるいは伝送媒体を介して、入力の埋め込み済み画像信号 10 として与えられる。

【 0 0 1 6 】

ここで、対となる電子透かし埋め込み装置について簡単に説明しておく。電子透かし埋め込み装置では、まず埋め込み対象の入力画像信号は特定周波数成分抽出器に入力され、特定の周波数成分、例えば比較的高い周波数成分の信号が抽出される。特定周波数成分抽出部から出力される特定周波数成分信号は、位相変換器によって入力画像信号に埋め込みべきデジタル情報である透かし情報によって予め定められた固有の位相変換量の位相変換が施される。位相変換器によって位相変換を受けた特定周波数成分信号は、デジタル加算器からなる透かし情報重畳部に埋め込み信号として供給され、入力画像信号に重畳されることによって、透かし情報が埋め込まれた埋め込み済み画像信号が生成される。

【 0 0 1 7 】

すなわち、特定周波数成分抽出部によって抽出された特定周波数成分信号は、位相変換器によって電子透かし埋め込み装置に固有の位相変換を受けると共に、位相変換量が透かし情報によって制御されるため、透かし情報重畳部においては透かし情報が埋め込み対象の入力画像信号に埋め込まれることになる。こうして

生成された埋め込み済み画像信号は、例えばDVDシステムのようなデジタル画像記録再生装置によって記録媒体に記録されたり、あるいはインターネット、放送衛星、通信衛星等の伝送媒体を介して伝送される。

【 0 0 1 8 】

図1に説明を戻すと、埋め込み済み画像信号10は2分岐され、特定周波数成分抽出器11の入力と相関演算器13の一方の入力に与えられる。特定周波数成分抽出器11は、上述した対となる電子透かし埋め込み装置で用いられている特定周波数成分抽出器と同じ周波数領域のデジタルフィルタ、例えば所定のカットオフ周波数を有するHPF（ハイパスフィルタ）、あるいは所定の通過域中心周波数を有するBPF（バンドパスフィルタ）であり、入力動画像信号10から特定の周波数成分、例えば比較的高い周波数成分の信号を抽出する。

【 0 0 1 9 】

特定周波数成分抽出器11から出力される特定周波数成分信号は、位相変換器12によって予め定められた範囲の位相変換量の位相変換が施される。具体的には、位相変換器12はデジタル位相シフタによって実現される。図2は、位相変換器12による位相シフトの様子を示す図であり、この例では特定周波数成分信号が波形を保って単純に位相シフトされる。位相シフト量は、連続的あるいは段階的に制御される。

【 0 0 2 0 】

位相変換器12によって位相変換を受けた特定周波数成分信号は、相関演算器13の他方の入力に与えられる。相関演算器13からは、位相変換器12によって位相変換を受けた特定周波数成分信号と埋め込み済み画像信号10との相互相関値（相関係数）が出力される。相関演算器13からの出力である相関係数は、透かし情報推定器14に入力される。

【 0 0 2 1 】

透かし情報推定器14は、図3に示されるように相互相関値のピークを探索することによって透かし情報を推定して検出する。位相変換器12による位相シフト量に対する相互相関値の変化を見た場合、ある位相シフト量の位置にピークが現れ、このピークの極性が透かし情報を表す。すなわち、埋め込み済み画像信号

10がスケーリング攻撃を受けていると、特定周波数成分信号の持つ位相シフト量が電子透かし埋め込み装置において特定周波数成分信号に与えられた位相シフト量と異なった値になる。

【0022】

そこで、本実施形態においては位相変換器12の位相シフト量を連続的あるいは段階的に制御し、それに伴い透かし情報推定器14によって相関演算器13から出力される相互相関値のピークを探索し、探索されたピークの極性から透かし情報を推定して検出する。相関相関値のピークは、透かし情報の値に応じて正・負のいずれかの値をとり、例えば図3の例では正の場合は透かし情報は“1”、負の場合は透かし情報は“0”と判定される。このようにして、透かし情報推定器14から検出された透かし情報15が出力される。

【0023】

このように本実施形態によると、埋め込み済み画像信号から特定周波数成分信号を抽出し、この特定周波数成分信号の位相変換を行い、位相変換後の特定周波数成分信号と埋め込み済み画像信号との相互相関演算を行って透かし情報を検出する。この場合、位相変換量（位相シフト量）を変化させながら相関演算を行うことで、相互相関値（相関係数）のピークが探索できるので、スケーリング攻撃を受けた埋め込み済み画像信号からも容易に透かし情報の検出が可能となる。

【0024】

（第2の実施形態）

次に、図4を用いて本発明の第2の実施形態に係る電子透かし検出装置について説明する。図4の電子透かし検出装置には、図1の電子透かし検出装置と同様に、対となる電子透かし埋め込み装置によって生成された埋め込み済み画像信号が記録媒体あるいは伝送媒体を介して入力された埋め込み済み画像信号10として与えられる。この埋め込み済み画像信号10は2分岐され、位相変換器12と相関演算器13の一方の入力に与えられる。位相変換器12により位相変換を受けた埋め込み済み画像信号は相関演算器13の他方の入力に与えられ、ここで埋め込み済み画像信号10との相関演算が行われることにより、自己相関関数が生成される。自己相関関数は、特定周波数成分抽出器16に入力される。

【 0 0 2 5 】

特定周波数成分抽出器 1 6 は、図 1 中に示した特定周波数成分抽出器 1 1 と同様の H P F または B P F からなり、自己相関関数から自己相関信号を求め、さらに自己相関信号から特定周波数成分を抽出して出力する。特定周波数成分抽出器 1 6 から出力される特定周波数成分信号は透かし情報推定器 1 7 に入力され、そのピークが探索される。

【 0 0 2 6 】

特定周波数成分信号のピークは、透かし情報に応じて正・負のいずれかの値をとる。透かし情報推定器 1 7 では、例えば特定周波数成分信号のピークが正の場合は透かし情報“1”、負の場合は透かし情報“0”と判定される。このようにして、透かし情報推定器 1 7 から検出された透かし情報 1 4 が出力される。移相変換器 1 2 の位相シフト、相関演算器 1 3 の相関演算及び特定周波数成分抽出器 1 6 のフィルタリングが線形演算の場合、本実施形態の電子透かし検出装置は図 1 に示した電子透かし検出装置と等価である。

【 0 0 2 7 】

本実施形態によれば、埋め込み済み画像信号の自己相関関数から自己相関信号を求め、自己相関信号から特定周波数成分信号を抽出し、抽出された特定周波数成分信号から透かし情報を検出することにより、自己相関関数を求める際に入力画像信号に対して付与する位相シフト量を変化させながら相関演算を行うことで、自己相関信号の特定周波数成分のピークが探索できるので、スケーリング攻撃を受けた埋め込み済み画像信号から透かし情報の検出が可能となる。

【 0 0 2 8 】

(第 3 の実施形態)

次に、図 5 を用いて本発明の第 3 の実施形態に係る電子透かし検出装置について説明する。図 5 の電子透かし検出装置には、図 1 の電子透かし検出装置と同様に、対となる電子透かし埋め込み装置によって生成された埋め込み済み画像信号が記録媒体あるいは伝送媒体を介して入力の埋め込み済み画像信号 1 0 として与えられる。この埋め込み済み画像信号 1 0 は 2 分岐され、位相変換器 1 2 の入力と相関演算器 1 3 の一方の入力に与えられる。位相変換器 1 2 により位相変換を

受けた埋め込み済み画像信号は、相関演算器 1 3 の他方の入力に与えられ、ここで埋め込み済み画像信号 1 0 との相関演算が行われることにより、自己相関関数が生成される。

【 0 0 2 9 】

相関演算器 1 3 からの自己相関関数は、第 1 の相関累積器 2 0 に入力される。第 1 の相関累積器 2 0 は、自己相関関数から自己相関信号を求め、例えば数ライン、1 フィールド、数フィールド、1 フレーム、数フレームなどの画像の特性が大きく変化しない短い第 1 の期間にわたって自己相関信号を累積して第 1 の累積信号を出力する。相関累積器 2 0 は、自己相関関数を第 1 の期間にわたり累積して第 1 の累積信号を出力すると、リセットされる。

【 0 0 3 0 】

相関累積器 2 0 から出力される第 1 の累積信号は、特定周波数成分抽出器 2 1 に入力され、特定周波数成分が抽出されることにより、特定周波数成分信号が出力される。特定周波数成分信号は正規化器 2 2 に入力され、入力される画像の特性の影響を抑えるために振幅で正規化される。正規化器 2 2 で正規化された特定周波数成分信号は、第 2 の相関累積器 2 3 に入力される。

【 0 0 3 1 】

第 2 の相関累積器 2 3 は、第 1 の相関累積器 2 0 の累積期間である第 1 の期間より長い第 2 の期間にわたって、正規化された特定周波数成分信号を累積して第 2 の累積信号を出力する。第 2 の期間は、例えば 1 5 秒、3 0 秒、1 分のように選ばれる。相関累積器 2 3 は、正規化された特定周波数成分信号を第 2 の期間にわたり累積して第 2 の累積信号を出力すると、リセットされる。第 2 の累積信号信号は透かし情報推定器 2 4 に入力され、ここでピークが探索されることによって検出された透かし情報 1 5 が出力される。

【 0 0 3 2 】

本実施形態によれば、埋め込み済み画像信号の自己相関関数から自己相関信号を求め、この自己相関信号を累積した後に特定周波数成分信号を抽出し、抽出された特定周波数成分信号を振幅について正規化してから再び累積し、累積された正規化特定周波数成分信号から透かし情報を検出する。この場合、入力信号位相

シフト量を変化させながら自己相関演算を行うことで、自己相関信号の特定周波数成分のピークが探索できるので、スケーリング攻撃を受けた埋め込み済み画像信号から透かし情報の検出が可能となる。さらに、入力画像信号と特定周波数成分抽出器でフィルタをかけた画像信号との相互相関を累積する場合と比べて、自己相関を累積して特定周波数成分抽出器でフィルタ処理を施すことで、フィルタ演算回数が削減できるので、透かし情報の検出性能を落とさずに透かし情報の検出コストを低減することができる。

【 0 0 3 3 】

(第 4 の実施形態)

図 6 に、本発明の第 4 の実施形態に係る電子透かし検出装置の要部の構成を示す。図 6 の電子透かし検出装置では、図 5 に示した電子透かし検出装置に演算量制御器 2 5 が追加されている。本実施形態は、電子透かし検出装置の処理の一部または全部を、汎用 CPU や専用 CPU あるいは DSP (デジタル信号プロセッサ) などのプロセッサを用いてソフトウェア処理によって実現する場合を想定している。演算量制御器 2 5 は、プロセッサの処理能力 (CPU 性能) を表す情報を例えば OS (オペレーティングシステム) から取得する。ここでいうプロセッサの処理能力とは、プロセッサがもともと持っている性能、あるいはプロセッサの時々刻々と変化する処理能力 (スループット) であり、これらの両者を含んでいてもよい。

【 0 0 3 4 】

ここで、プロセッサの処理能力が不足していれば、演算量制御器 2 5 によって相関演算器 1 3 の単位時間当たりの演算量が減少するように相関演算器 1 3 の制御が行われる。より具体的には、相関演算器 1 3 は画像信号の画素単位、ライン単位、フィールド単位、あるいはフレーム単位などで周期的に ON / OFF されることにより、演算量が制御される。

【 0 0 3 5 】

相関演算器 1 3 の演算量を減らすと、第 2 の相関累積器 2 3 での自己相関信号の特定周波数成分信号の累積量が減少するので、電子透かしの検出性能が低下する。そこで、累積量を確保するために相関累積器 2 3 の累積期間 (第 2 の期間)

を制御する。例えば、相関演算器 1 3 を 1 ライン毎に O N / O F F して相関演算を 1 ライン毎に行うようにすると、単位時間当たりの演算量は半分になるが、相関値の累積量も半分になってしまうので、相関累積器 2 3 の累積期間を 2 倍にして、相関演算器 1 3 の演算量制御を行わない場合と同じ量だけ累積してから透かし情報の検出を行う。

【 0 0 3 6 】

このようにすることで、もともと性能の低いプロセッサを用いた場合や、プロセッサの処理能力が電子透かし検出処理以外の処理等のために一定値以下に低下した場合でも、プロセッサに大きな負荷をかけることなく電子透かし検出が可能になる。逆に、プロセッサの処理能力に余裕があれば、相関演算を O F F にする頻度を減らして累積量を増やすことで、検出性能を向上させることができる。

【 0 0 3 7 】

このように本実施形態によると、プロセッサの処理能力が低いときには相関演算器の単位時間当たりの演算量を減らすと共に、第 2 の相関累積器の単位時間当たりの累積量を減らして累積期間を延ばすことで、透かし情報の検出性能を維持したまま単位時間当たりの演算量を削減することができ、またプロセッサの処理能力に余裕があるときは、相関演算器の演算量及び第 2 の相関累積器の単位時間当たりの累積量を増やすことで、透かし情報の検出性能を上げることができるという利点がある。

【 0 0 3 8 】

(第 5 の実施形態)

図 7 は、本発明の第 5 の実施形態に係る電子透かし検出装置の要部の構成を示している。図 7 の電子透かし検出装置では、回転変換された画像信号の電子透かしを検出するために、図 3 の電子透かし検出装置の初段に、入力される埋め込み済み画像信号 1 0 に対して画像回転操作を施す画像回転器 2 6 を挿入した構成となっている。画像回転器 2 6 は、埋め込み済み画像信号 1 0 の画像を所定の角度回転させた画像に相当する画像信号を出力する。これにより、回転攻撃を受けた埋め込み済み画像信号 1 0 から透かし情報を検出することができる。

【 0 0 3 9 】

(第 6 の実施形態)

図 8 に、本発明の第 6 の実施形態に係る電子透かし検出装置の要部の構成を示す。図 8 の電子透かし検出装置では、第 5 の実施形態と同様に回転攻撃を受けた入力画像信号からの透かし情報の検出を行うために、図 5 の電子透かし検出装置に、相関演算器 1 3 の画像信号読み込み時のラインシフト量を設定するライン制御器 2 7 を追加した構成となっている。相関演算器 1 3 は入力される埋め込み済み画像信号を一時的に蓄えるバッファメモリを備えており、このバッファメモリから画像信号を読み出すときのラインシフト量がライン制御器 2 7 によって制御される。

【 0 0 4 0 】

図 9 は画像の一部であり、1 1 4 は各画素を表している。通常の電子透かし検出装置の相関演算器では、符号 1 1 1 で示されるようにライン方向について相関演算を行うが、本実施形態では回転された埋め込み済み画像信号に対しては、相関演算器 1 3 は符号 1 1 2 で示されるように、例えば所定画素数毎に読み込むラインをシフトさせて、画像の斜め方向に埋め込み済み画像信号を読み込むことにより、画像の斜め方向に相関演算を行う。すなわち、相関演算器 1 3 は黒丸を付した画素 1 1 3 を順次読み込んで相関演算を行う。

【 0 0 4 1 】

画像の回転角度が小さい $\theta \doteq 0$ のときは、 $\cos \theta \doteq 1$ 、 $\sin \theta \doteq \tan \theta \doteq \theta$ であるので、第 5 の実施形態のように実際に画像の回転変換を行わなくとも回転に相当する位置を読み出すことができる。従って、本実施形態によると演算量を増加させずに、埋め込み済み画像信号の読み込み位置を変えるだけで、回転攻撃を受けた埋め込み済み画像信号からの透かし情報の検出を行うことが可能となる。

【 0 0 4 2 】

ライン制御器 2 7 は、このために所定の回転角度に応じたラインシフト量を相関演算器 1 3 に対して設定する。ラインシフト量の変更を所定の画素数 n (例えば、8 画素) の整数倍の位置で行うようにすると (例えば、図 9 の例では黒丸を付した画素 1 1 3 に示される 8 画素の位置としている)、相関演算器 1 3 の入力

部にあるバッファメモリ上の埋め込み済み画像信号データに効率良くアクセスできるので、高速に回転に対する埋め込み済み画像信号からの電子透かし検出が可能となる。

【 0 0 4 3 】

このように本実施形態では、入力画像信号の読み込むラインを徐々にずらしてゆくことで、画像の回転を近似できるので、読み込みアドレス生成部のみの変更で、演算量、バッファメモリのメモリバンド幅及び回路規模の増大を伴うことなく、回転攻撃を受けた入力画像信号からの透かし情報を検出することが可能となる。さらに、ラインシフト量を変更する位置をバッファメモリのワード幅に合わせて制限することで、メモリアクセス効率が向上するので、高速な回転攻撃を受けた入力画像信号からの透かし情報の検出を容易に行うことができるという利点がある。

【 0 0 4 4 】

(透かし情報推定器の具体例 1)

次に、図 5 の電子透かし検出装置における透かし情報推定器 2 4 の具体例について図 1 0 を用いて説明する。透かし情報推定器 2 4 は、この例では閾値設定器 3 1、透かし検出器 3 2 及び透かし判定器 3 3 を有する。

閾値設定器 3 1 は、前段の相関累積器 2 3 から累積期間の情報を取得し、累積期間に応じて図 1 1 に示すように透かし情報の検出判定の閾値を変化させて透かし判定器 3 3 に与える。一方、透かし検出器 3 2 は前段の第 2 の相関累積器 2 3 からの第 2 の累積信号（自己相関信号の特定周波数成分を正規化して累積した信号）を入力して透かし情報の検出を行い、透かし情報とレベル（第 2 の累積信号のピークの振幅の絶対値）を透かし判定器 3 3 に出力する。

【 0 0 4 5 】

透かし判定器 3 3 は、閾値設定器 3 1 から与えられる閾値と透かし検出器 3 2 から与えられるレベルの比較を行う。すなわち、透かし判定器 3 3 はレベルが閾値以上であれば透かし情報が検出されたと判断し、透かし検出器 3 2 から入力される透かし情報を出力する。一方、レベルが閾値未満であれば透かし判定器 3 3 は透かし情報が埋め込まれていないと判断し、「透かし無し」という情報を出力

する。閾値は、基本的には累積期間が長くなるほど閾値が低くなるように設定されるが、逆でもよい。透かし判定器33の判定は、予め定められた間隔（例えば15秒、30秒、1分など）毎に、その期間に応じた閾値で行ってもよいし、累積しながらその都度連続的に変化する閾値で行ってもよい。

【0046】

このように本実施形態では、累積期間を長くしたときに透かし情報の検出のための判定閾値を下げることで、透かし情報を検出できる確率が高くなるので、透かし情報検出に要する演算量や回路規模を増やすことなく、検出性能を向上させることが可能となる。

【0047】

（透かし情報推定器の具体例2）

次に、図5の電子透かし検出装置における透かし情報推定器24の他の具体例について図12を用いて説明する。この例の透かし情報推定器24は、透かし検出方法の異なる少なくとも二つの透かし検出器41A、41Bと、透かし判定器42を有する。透かし検出器41A、41Bは、それぞれが独立に透かし情報の検出を行う。透かし判定器42は、透かし検出器41A、41Bのそれぞれの検出結果が一致しているかの判定を行う。

【0048】

透かし検出器41Aは、自己相関信号の特定周波数成分を正規化して累積した信号を相関累積器23から入力し、第1の検出方法を用いて透かし情報の検出を行って透かし判定器42に出力する。透かし検出器41Bも同様に、第2の検出方法を用いて透かし情報を検出して透かし判定器42に出力する。透かし判定器42は、二つの透かし検出器41A、41Bからの透かし情報が一致しているかの比較を行い、一致していれば電子透かしが検出されたと判断し、透かし情報をそのまま出力する。一方、一致していなければ電子透かしが埋め込まれていないと判断し、「透かし無し」という情報を出力する。

【0049】

例えば、透かし検出器41Aにより第1の検出方法で“A”が検出され、透かし検出器41Bにより第2の検出方法でも“A”が検出された場合、二つの検出

結果が一致しているので最終的に“Ａ”という透かし情報が検出される。一方、第１の検出方法で“Ｂ”が検出され、第２の検出方法では“Ｃ”が検出された場合、二つの検出結果が異なるので最終的な透かし情報の推定ができず、電子透かしが埋め込まれていないと判断する。検出方法が３つ以上の場合にも、本実施形態と同様の考えを適用できる。

【 0 0 5 0 】

このように本実施形態では、複数の検出方法での透かし情報の検出結果を比較することで、透かしの情報の正確な検出ができ、誤検出の確率を下げる事が可能となる。

【 0 0 5 1 】

（透かし情報推定器の具体例３）

次に、透かし情報推定器２４のさらに別の具体例について図１３を用いて説明する。この例では透かし情報推定器２４の前段に、図５における第２の相関累積器２３以外に、自己相関信号の正規化特定周波数成分の累積を行う第３の相関累積器２８が前段に配置されている。透かし情報推定器２４は、透かし検出器５１、仮透かし検出器５２、仮検出器判定器５３及び透かし判定器５４を有する。

【 0 0 5 2 】

第２の相関累積器２３は、正規化特定周波数成分信号を第２の期間にわたり累積して、第２の累積信号を透かし検出器５１に出力する。透かし検出器５１は、透かし情報の検出を行って透かし判定器５３に出力する。新たに追加された第３の相関累積器２８は、正規化特定周波数成分信号を相関累積器２３の累積期間である第２の期間より短い n 分の１の期間（第３の期間）にわたり累積して、累積信号を透かし仮検出器５２に出力する。

【 0 0 5 3 】

透かし仮検出器５２は透かし情報の仮検出を行い、仮検出結果を仮検出判定器５３に出力する。仮検出判定器５３は仮検出結果を n 回蓄積した後、 n 個の仮検出結果の比較を行い、 n 個の仮検出結果の過半数が一致しているかどうかを示す判定結果を透かし判定器５４に出力する。

【 0 0 5 4 】

透かし判定器 5 4 は、仮検出判定器 5 3 から n 個の仮検出結果の過半数が一致しているという判定結果を得た場合は、電子透かしが検出されたと判断して透かし検出器 5 1 からの透かし情報を出力する。一方、透かし判定器 5 4 は仮検出判定器 5 3 から n 個の仮検出結果の半数以下しか一致してしていないという判定結果を得た場合は、何も電子透かしが埋め込まれていないと判断し、「透かし無し」という情報を出力する。

【 0 0 5 5 】

例えば、検出時間が 1 0 秒で $n = 2$ の場合、最初の 5 秒間で “A” が仮検出され、次の 5 秒間でも “A” が仮検出された場合、仮検出結果は過半数が一致しているので、検出結果は有効となり、透かし情報が検出される。一方、最初の 5 秒間で “B” が仮検出され、次の 5 秒間では “C” が仮検出された場合、仮検出結果の過半数が一致していないので、検出結果は無効となり、電子透かしが埋め込まれていないと判断する。

【 0 0 5 6 】

このように本実施形態では透かし情報の時間的連続性を評価することで、透かし情報の正確な検出ができるので、誤検出の確率を下げる事が可能となる。

【 0 0 5 7 】

(相関演算器について)

次に、これまでの実施形態で説明した電子透かし検出装置における相関演算器 1 3 について具体的に説明する。通常、相関演算は各画素同士の乗算結果を足し合わせる事によって得られる。ある信号 $X(n)$ と $Y(n)$ の相関係数 C は、次式で得られる。

【 0 0 5 8 】

【 数 1 】

$$C = \sum_{n=0}^{l-1} X(n) \times Y(n) \quad (1)$$

【 0 0 5 9 】

ここで、 l は信号長である。自己相関の場合、 $Y(n) = X(n)$ である。

図 1 4 に、一般的な相関演算を示す。この演算は乗算と加算を画素数回行うた

め、多くの演算量を必要としてしまう。そこで、本実施形態では画素を間引いて演算量を減らしている。例えば、 n 画素毎に乗算と加算を行うブロックと行わないブロックに切り替えることで、演算量を半分にする。これによって、相関係数の精度は低下するが、電子透かしの検出には十分であり、効果的に演算量が削減できる。例えば、図 1 5 のように 1 画素毎に乗算と加算を行うと、相関係数 C は次式となる。

【0 0 6 0】

【数 2】

$$C = \sum_{n=0}^{L-1} \begin{cases} X(n) \times Y(n) & \text{if } n = \text{even} \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

【0 0 6 1】

乗算を行う位置と行わない位置は、逆でも良い。これによって、演算量は従来
の半分になる。

また、図 1 6 のように最初の 8 画素乗算と加算を行い、次の 8 画素は乗算と加算を行わないようにする。これを交互に繰り返すと、相関係数 C は次式となる。

【0 0 6 2】

【数 3】

$$C = \sum_{n=0}^{L-1} \begin{cases} X(n) \times Y(n) & \text{if } n/8 = \text{even} \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$

【0 0 6 3】

この場合も、乗算を行う位置と行わない位置は逆でも良い。これによって、演算量は従来
の半分になる。

さらに、これらの二つを組み合わせると図 1 7 のように最初の 8 画素は 1 画素毎に乗算と加算を行うが、次の 8 画素は乗算と加算を行わないとすると、相関係数 C は次式となり、演算量は従来
の 4 分の 1 になる。

【0 0 6 4】

【数 4】

$$C = \sum_{n=0}^{l-1} \begin{cases} X(n) \times Y(n) & \text{if } n/8 = \text{even} \ \& \ n = \text{even} \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

(4)

【0 0 6 5】

このように相関演算を間引くことで、相関演算に関する演算量や回路規模が減るので、透かし情報の検出性能を落とさずに検出コストを効果的に削減することができる。

【0 0 6 6】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によればスケーリングや回転等の攻撃に対して、演算量や回路規模の増大を伴うことなく、入力画像信号に埋め込まれた透かし情報を正確に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態に係る電子透かし検出装置の構成を示すブロック図

【図 2】 同実施形態における位相変換器による特定周波数成分信号の位相シフトについて説明する図

【図 3】 同実施形態に係る電子透かし検出装置における相互相関値のピーク探索と透かし情報検出の動作例を示す図

【図 4】 本発明の第 2 の実施形態に係る電子透かし検出装置の構成を示すブロック図

【図 5】 本発明の第 3 の実施形態に係る電子透かし検出装置の構成を示すブロック図

【図 6】 本発明の第 4 の実施形態に係る電子透かし検出装置の要部の構成を示すブロック図

【図 7】 本発明の第 5 の実施形態に係る電子透かし検出装置の要部の構成を示すブロック図

【図 8】 本発明の第 6 の実施形態に係る電子透かし検出装置の要部の構成を

示すブロック図

【図 9】回転変換された画像から電子透かしを検出する時に斜め方向に相関演算を行うことを示す図

【図 1 0】電子透かし検出装置に含まれる透かし推定器の第 1 の具体例を示すブロック図

【図 1 1】電子透かし検出装置に含まれる透かし推定器の第 2 の具体例を示すブロック図

【図 1 2】電子透かし検出装置に含まれる透かし推定器の第 3 の具体例を示すブロック図

【図 1 3】累積期間によって透かし情報検出の判定閾値が変化することを示す図

【図 1 4】一般的な相関演算の動作を示す図

【図 1 5】画素を 1 画素毎に間引いて行う相関演算の動作を示す図

【図 1 6】画素を 8 画素毎に間引いて行う相関演算の動作を示す図

【図 1 7】画素を 8 画素毎に間引き更に 1 画素毎に間引いて行う相関演算の動作を示す図

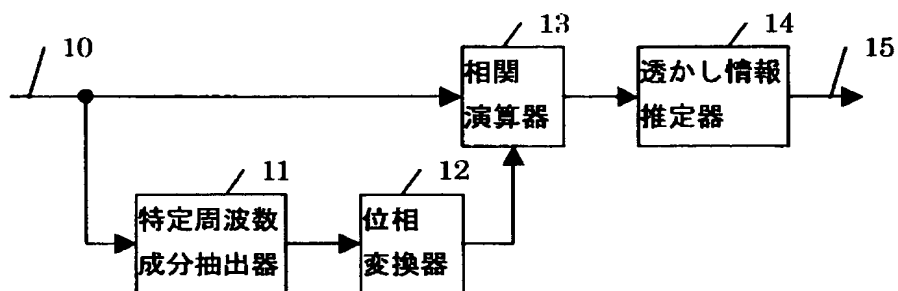
【符号の説明】

- 1 0 …埋め込み済み画像信号
- 1 1 …特定周波数成分抽出器
- 1 2 …位相変換器
- 1 3 …相関演算器
- 1 4 …透かし情報推定器
- 1 5 …透かし情報
- 1 6 …特定周波数成分抽出器
- 1 7 …透かし情報推定器
- 2 0 …第 1 の相関累積器
- 2 1 …特定周波数成分抽出器
- 2 2 …正規化器
- 2 3 …第 2 の相関累積器

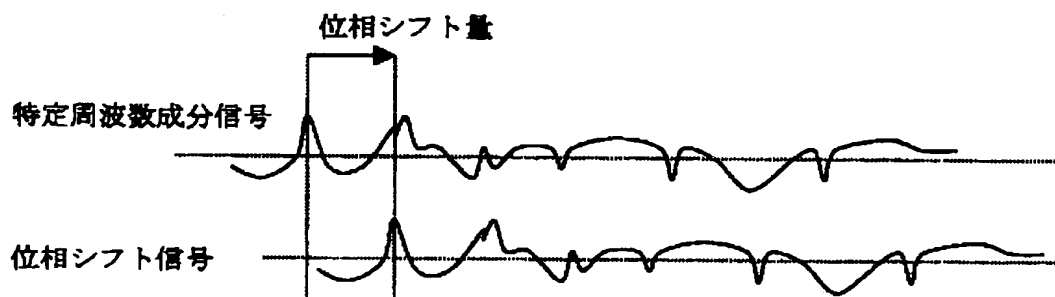
- 2 4 …透かし情報推定器
- 2 5 …演算量制御器
- 2 6 …画像回転器
- 2 7 …ライン制御器
- 2 8 …第 3 の相関演算器
- 3 1 …閾値設定器
- 3 2 …透かし検出器
- 3 3 …透かし判定器
- 4 1 A, 4 1 B …透かし検出器
- 4 2 …透かし判定器
- 5 1 …透かし検出器
- 5 2 …透かし仮検出器
- 5 3 …仮検出判定器
- 5 4 …透かし判定器
- 1 1 1 …通常相関演算方向
- 1 1 2 …回転対応相関演算方向
- 1 1 3 …回転対応相関演算に使用する画素
- 1 1 4 …画素

【書類名】 図面

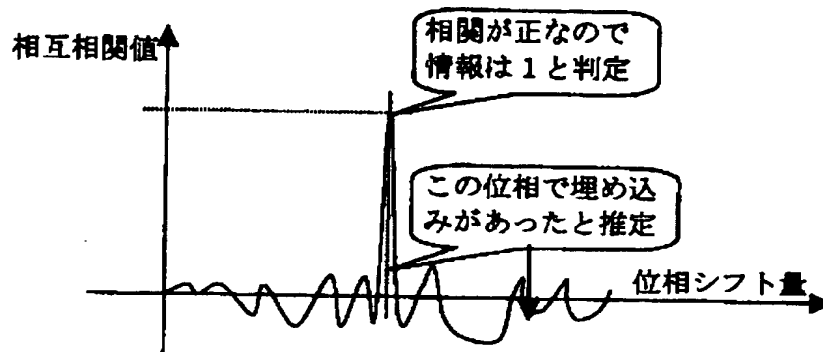
【図 1】



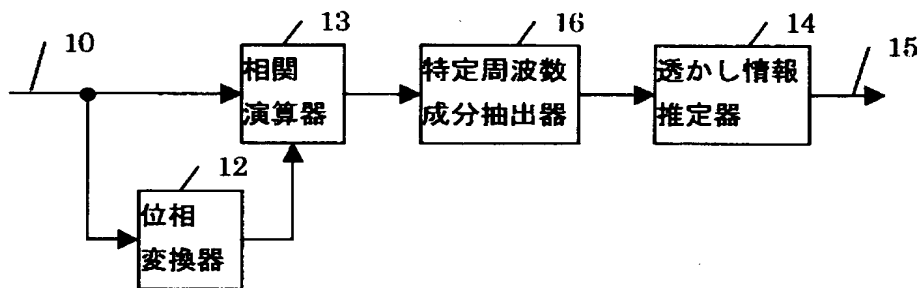
【図 2】



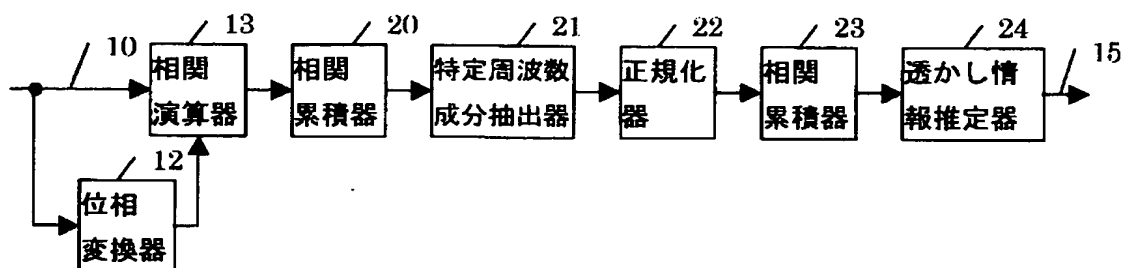
【図 3】



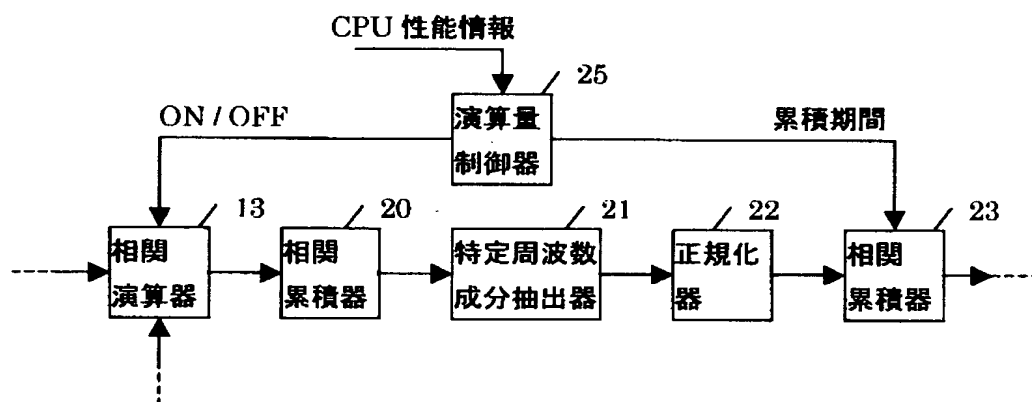
【図 4】



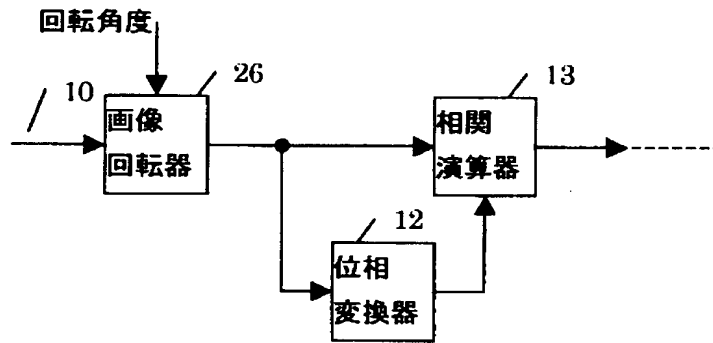
【図 5】



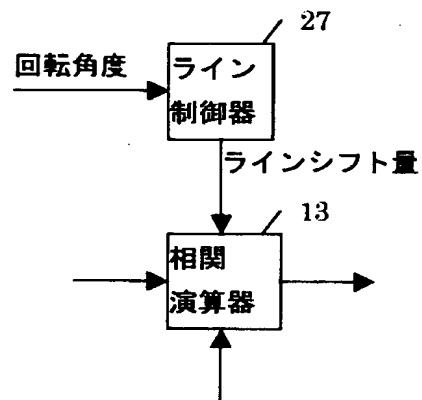
【図 6】



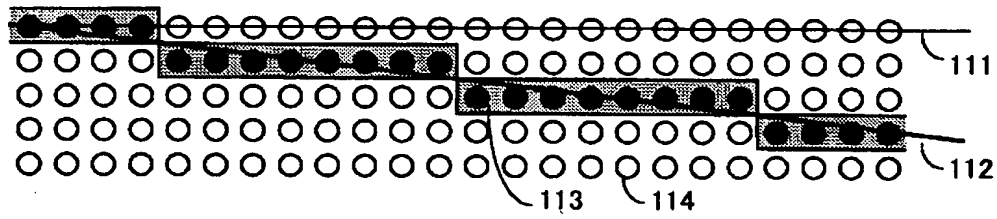
【図 7】



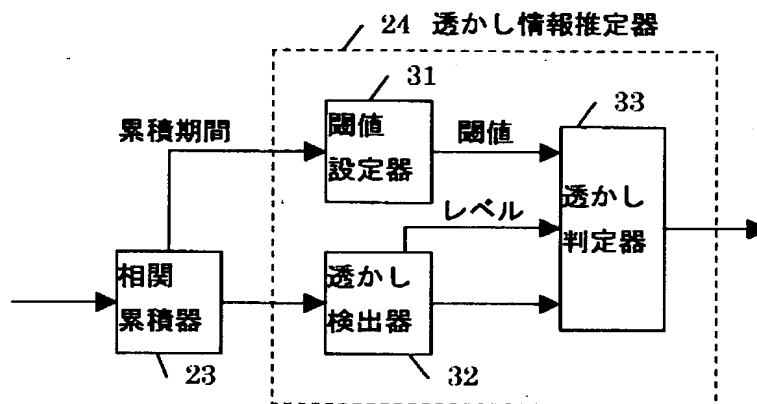
【図 8】



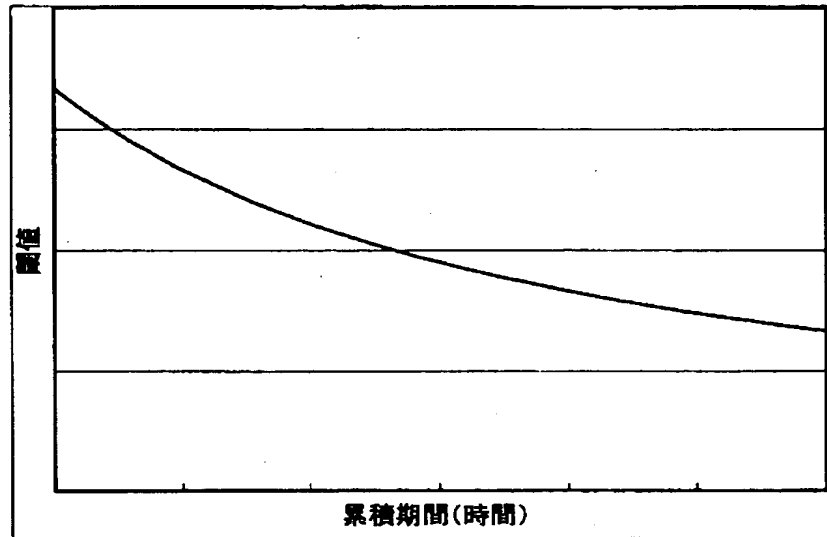
【図 9】



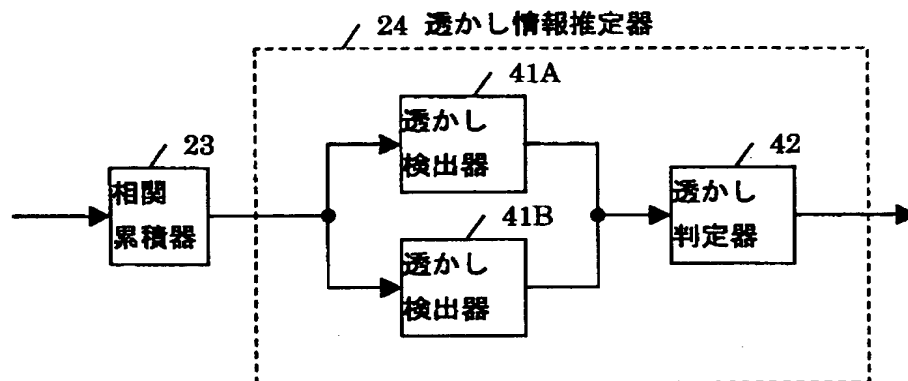
【図 1 0】



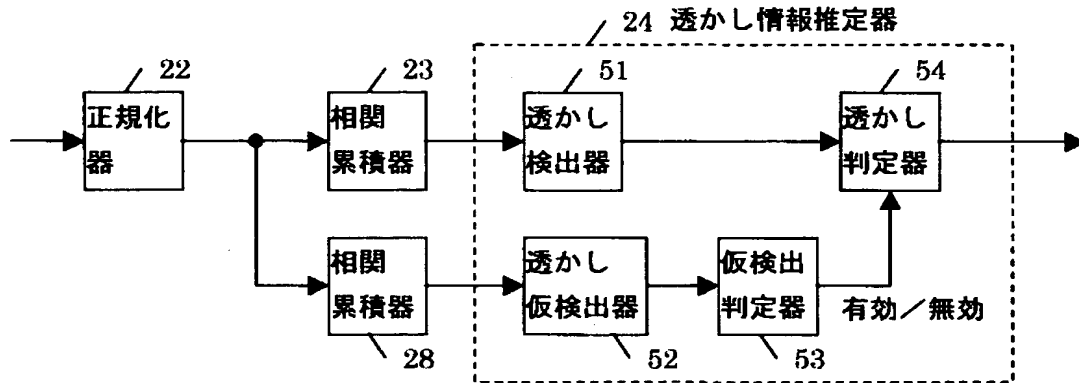
【図 1 1】



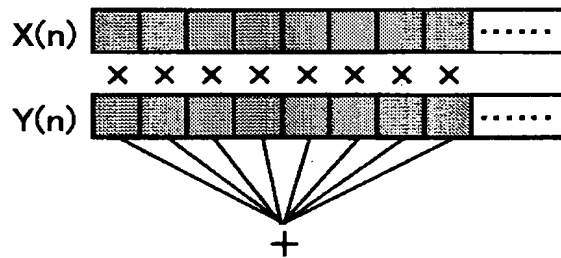
【図 1 2】



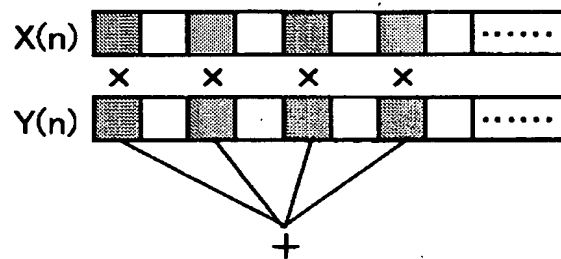
【図 13】



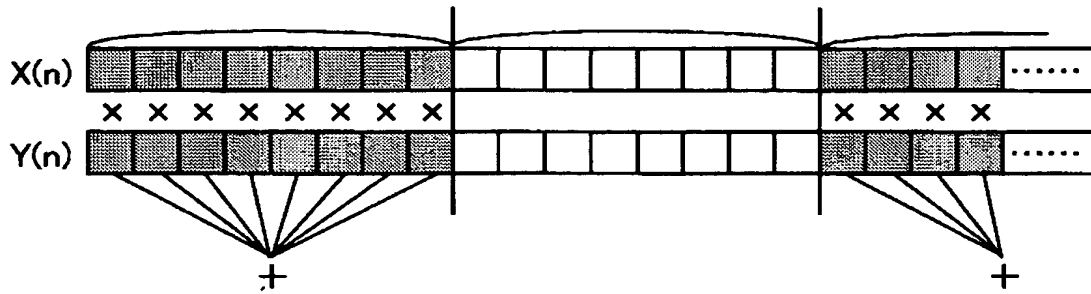
【図 14】



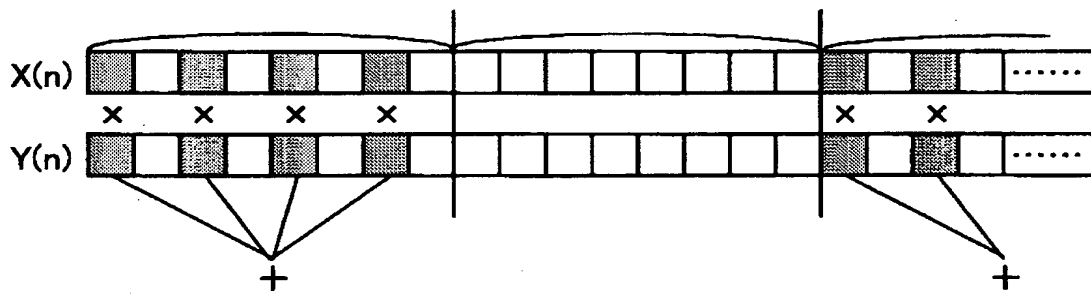
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スケーリングや回転等の攻撃によって弱まった透かし情報を演算量や回路規模の増大を伴うことなく正確に検出する。

【解決手段】 入力画像信号 1 0 から H P F または B P F を用いた特定周波数成分抽出器 1 1 で特定周波数成分信号を抽出し、位相変換器 1 2 により特定周波数成分信号に対して位相変換（位相シフト）を行い、相関演算器 1 3 により位相変換後の特定周波数成分信号と入力画像信号 1 0 との相関演算を行い、この相関演算の結果から透かし情報推定器 1 4 により入力画像信号 1 0 に埋め込まれている透かし情報を検出する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

| | |
|----------|----------------|
| 1. 変更年月日 | 2001年 7月 2日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 |
| 氏 名 | 株式会社東芝 |